

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГИРОВАННЫХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ АБРАЗИВНОМ ИЗНАШИВАНИИ

А.Н. Емелюшин, Е.В. Петроченко, Ю.А. Вострикова

Руководитель - профессор, доктор технических наук А. Н. Емелюшин
Магнитогорский Государственный Технический Университет им. Г.И. Носова,
факультет технологий и качества, кафедра материаловедения и термической
обработки металлов, г. Магнитогорск

Xuligashka16@mail.ru

С развитием современной техники к качеству и эксплуатационным характеристикам изделий, работающих в условиях абразивного изнашивания, предъявляются все более высокие требования, что вызывает необходимость постоянного совершенствования составов сплавов, применяемых для изготовления таких изделий, и технологии их производства.

Многие детали агрегатов горно-обогатительного производства работают в условиях интенсивного абразивного изнашивания при температурах 400-800 °С. Материал, применяемый для изготовления таких деталей, должен обладать высокой твердостью, износостойкостью и хорошим показателем жаростойкости. В качестве такого материала возможно использование белых износостойких чугунов со значительным содержанием упрочняющей фазы.

В данной работе были исследованы две группы чугунов:

1. чугуны, легированные хромом и титаном,
2. чугуны, легированные хромом, ванадием и титаном.

Исследование хромотитановых чугунов проводили при следующем изменении содержания элементов: углерод – 2,0; 2,5%; хром – 10,0; 14,0%; титан – 0,3; 0,6%. Для изучения влияния скорости охлаждения на структуру и свойства, образцы исследуемых чугунов заливали в сухую и сырую ПГФ и чугунный кокиль.

Рентгеноструктурным, металлографическим и дюрOMETрическим методами было установлено следующее: - все исследуемые составы хромотитановых чугунов доэвтектические. Микроструктура таких чугунов состоит из дендритов металлической основы и эвтектики. Фазовый состав в литом состоянии представляет собой α -фазу (мартенсит, феррит), γ -фазу (аустенит), карбид хрома $(Cr,Fe)_7C_3$. Также в структуре всех образцов присутствуют дисперсные карбиды титана.

Благодаря достаточному легированию хромом, была достигнута инверсия микроструктуры чугуна путем замены ледебуритной эвтектики на аустенито-хромистокарбидную эвтектику на базе карбида $(Cr,Fe)_7C_3$, что благоприятно сказывается на износостойкости чугунов.

В структуре образцов, затвердевших в ПГФ, встречаются перлитные участки, располагающиеся около Эвтектики, т.е. в областях обедненных хромом и углеродом. Увеличение скорости охлаждения хромотитановых

чугунов (заливка в кокиль), предотвращает распад аустенита в диффузионной области, обеспечивая получение мартенситно-аустенитной металлической основы.

При кристаллизации хромотитановых чугунов, первыми выделяются карбиды титана, которые оказывают модифицирующее воздействие на микроструктуру, увеличивая дисперсность эвтектики, уменьшая размеры карбидов хрома $(Cr, Fe)_7C_3$ и дендритов металлической основы, что обеспечивает повышение твердости и износостойкости. Объемная доля карбидов титана составляет до 1,5% и определяется содержанием титана в чугуне.

Объемная доля карбидов хрома изменяется в зависимости от состава чугунов в пределах от 11 до 27%. С увеличением скорости охлаждения увеличивается дисперсность карбидов хрома и эвтектики, эвтектика становится более разряженной.

С увеличением скорости охлаждения при затвердевании твердость хромотитановых чугунов возрастает с 46 до 62 HRC, ед., а износостойкость возрастает с 4,0 до 7,0 ед.

С целью изучения поведения хромотитановых чугунов при работе в условиях повышенных температур были проведены эксперименты по определению их жаростойкости (окалиностойкости и ростоустойчивости). Все исследованные составы хромотитановых чугунов удовлетворяют требованиям ГОСТ по жаростойкости при температуре испытания 800⁰С.

Образовавшаяся на поверхности чугунов оксидная пленка, является сплошной, без разрывов и обладает достаточно хорошим сцеплением с металлической основой, благодаря чему препятствует проникновению кислорода вглубь отливки, что положительно сказывается на ростоустойчивости исследуемых чугунов.

Проведенные исследования структуры и свойств позволяют рекомендовать применение исследованных в данной работе хромотитановых чугунов для изготовления деталей оборудования, работающих в условиях абразивного изнашивания при температурах до 800⁰С.

С дальнейшего повышения износостойкости в работе были исследованы чугуны дополнительно легированные ванадием.

Чугуны исследовались при следующем изменении содержания элементов, масс %: углерод - 2,8; 3,4; хром – 15,0; 20,0; ванадий – 1,0; 3,0; титан – 0,3; 0,8.

Анализ показал, что фазовый состав металлической основы чугунов, легированных хромом, ванадием и титаном в литом состоянии представляет собой α- фазу (мартенсит), γ- фазу (аустенит), также в структуре присутствуют комплексные карбиды $(Ti, V)C$ и $(Cr, V, Fe)_7C_3$.

Металлографическим и фрактографическим анализом в исследуемых чугунах выявлен четыре типа структуры. Структура доэвтектических чугунов состоит из дендритов металлической основы и аустенитохромистокарбидной эвтектики, заэвтектических – из первичных карбидов хрома и эвтектики. В структуре эвтектических сплавов присутствует два вида эвтектик – двойная,

состоящая из металлической основы, карбида хрома и карбида (Ti, V)C. Также во всех образцах присутствуют мелкие и равномерно распределенные комплексные карбиды (Ti, V)C.

Увеличение количества карбидов хрома до 50% и микротвердости металлической основы до 9 ГПа приводит к увеличению твердости исследуемых чугунов до 65 ед. и износостойкости с 8 до 15 ед.

Увеличение количества карбидов хрома благоприятно сказывается на износостойкости до появления первичных карбидов, склонных к выкрашиванию.

В результате испытаний чугунов на жаростойкость было выявлено отрицательное влияние ванадия при температуре испытания 800⁰С. Как видно из диаграммы, чугуны с максимальным содержанием ванадия (3,0%) обладают не удовлетворяющими требованиями ГОСТ показателями окалинстойкости и ростоустойчивости.

Наличие рыхлой окалины и низкие показатели жаростойкости обусловлено образованием при температуре 650-700⁰С оксида ванадия V₂O₅, который не образует сплошной защитной пленки. В связи с этим, максимальные рабочие температуры изделий из чугунов, легированных хромом, ванадием и титаном не должны превышать 650⁰С.

Увеличению показателей жаростойкости исследованных чугунов способствует получение эвтектических композиций с равномерной дисперсной структурой – металлическая основа со стабилизированной легирующими добавками карбидной фазой.

Полученные значения механических свойств, износостойкости и показателей жаростойкости чугунов, легированных хромом, ванадием и титаном, показывают целесообразность их применения для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания при температурах до 600⁰С.